

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_ 密级\_\_\_\_\_

学号: 21220051302230

UDC\_\_\_\_\_

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

# 天然水中 9 种三唑类农药的检测方法及其 非生物降解研究

**Determination and Abiotic Degradation of Nine Trizole  
Pesticides in Natural Aquatic Environments**

游 明 华

指导教师姓名: 陈 猛 副教授

专 业 名 称: 环 境 科 学

论文提交日期: 2008 年 9 月

论文答辩时间: 2008 年 9 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_ 教授

评 阅 人: \_\_\_\_\_ 教授

\_\_\_\_\_ 教授

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

## 目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT .....	III
第 1 章 绪论.....	1
1.1 水环境中的农药污染及其效应.....	1
1.1.1 水环境中农药的污染.....	1
1.1.2 水环境中农药的污染效应.....	2
1.2 三唑类农药及其相关研究进展.....	3
1.2.1 水环境中三唑类农药残留的分析方法.....	5
1.2.2 水环境中三唑类农药的降解研究.....	7
1.2.2.1 三唑类农药的生物降解.....	7
1.2.2.2 三唑类农药的非生物降解.....	7
1.2.3 三唑类农药的毒理学研究.....	11
1.3 课题的提出和研究目的.....	11
1.4 研究内容和技术路线.....	13
第 1 章 参考文献 .....	13
第 2 章 天然水中 9 种三唑类农药的固相萃取-气相色谱-质谱同时分 析方法.....	20
2.1 引言.....	20
2.2 实验部分.....	20
2.2.1 药品与试剂.....	20
2.2.2 仪器与设备.....	21
2.2.3 样品预处理方法.....	21
2.3 结果与讨论.....	22
2.3.1 气相色谱-质谱联用检测的参数优化.....	22
2.3.2 固相萃取条件优化.....	23
2.3.2.1 固相萃取柱的选择和穿透体积.....	23

2.3.2.2 上样速度与洗脱条件 .....	25
2.3.2.3 pH 值的影响 .....	27
2.3.2.4 盐度的影响 .....	28
2.3.2.5 洗脱液的净化 .....	29
2.3.3 工作曲线的线性范围和方法检测限 .....	30
2.3.4 基底加标回收率 .....	31
2.3.5 样品分析过程的质量控制 .....	32
<b>2.4 本章小结 .....</b>	<b>33</b>
<b>第 2 章 参考文献 .....</b>	<b>33</b>
<b>第 3 章 九龙江口表层水中 9 种三唑类农药的污染状况调查 .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 引言 .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 实验部分 .....</b>	<b>35</b>
3.2.1 药品与试剂 .....	35
3.2.2 仪器与装置 .....	35
3.2.3 采样站位和表层水样的采集 .....	35
3.2.4 样品预处理方法 .....	38
3.2.5 样品分析过程的质量控制 .....	38
<b>3.3 结果与讨论 .....</b>	<b>38</b>
3.3.1 九龙江口表层水中目标农药的污染状况 .....	38
3.3.2 与其他相关研究的比较 .....	43
<b>3.4 本章小结 .....</b>	<b>43</b>
<b>第 3 章 参考文献 .....</b>	<b>43</b>
<b>第 4 章 自然条件下天然水中 9 种三唑类农药的非生物降解研究 .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 引言 .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2 实验方法 .....</b>	<b>44</b>
4.2.1 药品与试剂 .....	44
4.2.2 仪器与设备 .....	45
4.2.3 水样处理方法 .....	45
4.2.4 样品分析方法 .....	45

<b>4.3 降解实验方案</b>	<b>46</b>
<b>4.4 结果与讨论</b>	<b>47</b>
4.4.1 目标农药降解的影响因素与控制	47
4.4.2 基底加标回收率及数据质量控制	47
4.4.3 降解半衰期的计算	48
4.4.4 目标农药的水解	52
4.4.5 目标农药的光解	53
4.4.5.1 直接光解和间接光解	53
4.4.5.2 光解的影响因素	54
4.4.5.3 本研究中目标农药的光解半衰期与其他文献的比较	54
4.4.6 目标农药的非生物降解	57
<b>4.5 本章小结</b>	<b>57</b>
<b>第4章 参考文献</b>	<b>57</b>
<b>第5章 结语</b>	<b>60</b>
5.1 本研究的贡献	60
5.2 不足和展望	60
<b>攻读硕士学位期间发表的论文</b>	<b>62</b>
<b>致谢</b>	<b>63</b>

## TABLE OF CONTENTS

<b>ABSTRACT (In Chinese).....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT (In English) .....</b>	<b>III</b>
<b>Chapter 1 Preface.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Pollution and effect of pesticides in aquatic environment.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Pesticide pollution in aquatic environmet.....	1
1.1.2 Effect of pesticides in aquatic environmet.....	2
<b>1.2 Triazole pesticides and related research progresses.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Determination methods of triazole pesticides in aquatic environment...5	
1.2.2 Degradation studies of triazole pesticides in aquatic environment.....7	
1.2.2.1 Biotic degradation.....	7
1.2.2.2 Abiotic degradation.....	7
1.2.3 Toxicological studies of triazole pesticides .....	11
<b>1.3 Objective and interests of this research.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Research contents and technical approach of this research .....</b>	<b>13</b>
<b>References for chapter 1.....</b>	<b>13</b>
<b>Chapter 2 Simultaneous determination of 9 triazole pesticides in natural</b>	
<b>water using solid phase extraction and gas chromatography-mass</b>	
<b>spectrometry .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Introduction.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Experiments.....</b>	<b>20</b>
2.2.1 Reagents.....	20
2.2.2 Instruments and equipments .....	21
2.2.3 Sample pre-treatment method .....	21
<b>2.3 Results and discussion .....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Optimization of GC-MS paramters.....	22
2.3.2 Optimization of SPE conditions.....	23

2.3.2.1 SPE cartradge and breakthrouh volume.....	23
2.3.2.2 Loading speed and elution conditions.....	25
2.3.2.3 Effect of pH.....	27
2.3.2.4 Effect of salinity.....	28
2.3.2.5 Cleanup procedures.....	29
2.3.3 Linear ranges of calibration curve and method detection limits.....	30
2.3.4 Matix spiked recoveries .....	31
2.3.5 Quanlity control .....	32
<b>2.4 Summary of Chapter 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>References for Chapter 2.....</b>	<b>33</b>
<b>Chapter 3 Pollution status survey of 9 triazole pesticide in surface water of Jiulong River estuary.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Introduction.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Experiments.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 Reagents .....	35
3.2.2 Instruments and equipments.....	35
3.2.3 Sampling stations and colletion of surface water samples.....	35
3.2.4 Pre-treatment of water samples.....	38
3.2.5 Quanlity control .....	38
<b>3.3 Results and discussion .....</b>	<b>38</b>
3.3.1 Pollution status of target pesticides in surface water of Jiulong River estuary .....	38
3.3.2 Comparation with other related researches .....	43
<b>3.4 Summary of Chapter 3 .....</b>	<b>43</b>
<b>References for Chapter 3.....</b>	<b>43</b>
<b>Chapter 4 Abiotic degradation of 9 triazole pesticides in natural water under natural conditions .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Introduction.....</b>	<b>44</b>



<b>4.2 Experiments</b> .....	<b>44</b>
4.2.1 Reagents .....	44
4.2.2 Instruments and equipments.....	45
4.2.3 Treatments of water samples.....	45
4.2.4 Determination method of water samples .....	45
<b>4.3 Design of degradation experiments</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4 Results and discussion</b> .....	<b>47</b>
4.4.1 Influence factors and control of degradation of target pesticides .....	47
4.4.2 Matrix spiked recoveries and data quantity control.....	47
4.4.3 Calculation of degradation half-lives .....	48
4.4.4 Hydrolysis of target pesticides.....	52
4.4.5 Photolysis of target pesticides .....	53
4.4.5.1 Direct and indirect photolysis .....	53
4.4.5.2 Influencing factors of photolysis .....	54
4.4.5.3 Comparison of photolysis half-life with other related researches	55
4.4.6 Abiotic degradation of target pesticides .....	57
<b>4.5 Summary of Chapter 4</b> .....	<b>57</b>
<b>References for Chapter 4</b> .....	<b>57</b>
<b>Chapter 5 Conclusion</b> .....	<b>60</b>
<b>5.1 Contribution of this research</b> .....	<b>60</b>
<b>5.2 Shortages and perspectives of this research</b> .....	<b>60</b>
<b>Manuscripts during master graduate study</b> .....	<b>62</b>
<b>Acknowledgements</b> .....	<b>63</b>

## 摘 要

大量施用的三唑类农药通过沉降、地表径流等多种途径进入水环境,可能危害水生生物,进而影响水生生态系统。本论文以固相萃取为富集和净化手段,气相色谱-质谱联用为检测手段,建立了天然水中 9 种三唑类农药(三唑酮、多效唑、己唑醇、烯效唑、腈菌唑、氟硅唑、丙环唑、戊唑醇、苯醚甲环唑)快速、灵敏、准确的分析方法,应用于九龙江口表层水中三唑类农药污染状况的调查,并进一步研究了自然条件下目标农药在天然水中的非生物降解行为,为水环境中三唑类农药的安全性评估提供技术手段和科学数据。主要研究内容和结果如下:

### (1) 天然水中 9 种目标农药的固相萃取-气相色谱-质谱同时分析方法

以气相色谱-质谱联用作为定性、定量手段,通过优化色谱条件和质谱参数,建立了 9 种目标农药的检测方法,线性范围为 25~500  $\mu\text{g/L}$ ,测定限在 3.3~6.3  $\mu\text{g/L}$  之间。选择 C18 柱用于富集水样中 9 种目标农药;考察了穿透体积、洗脱溶剂、洗脱体积以及 pH 和盐度等因素对萃取效果的影响。以河水和海水为基底,在最优条件下进行了 0.025  $\mu\text{g/L}$  和 0.100  $\mu\text{g/L}$  两个浓度的基底加标回收率实验,以硅氟唑为内标物,环丙唑醇为替代物,9 种目标农药的回收率和相对标准偏差( $n=3$ )分别为 68.4%~113.9%、1.6%~6.9% (河水) 和 70.3%~115.2%、0.8%~8.2% (海水);方法的检出限为 0.002~0.009  $\mu\text{g/L}$ 。

### (2) 九龙江口表层水中 9 种目标农药的残留状况

运用上述分析方法,分别于 2007 年 12 月(枯水期)和 2008 年 5 月(丰水期)对九龙江口表层水中 9 种三唑类农药的污染状况进行了调查。结果显示,枯水期共检出多效唑(29.3~52.1  $\text{ng/L}$ )、丙环唑(22.5~47.9  $\text{ng/L}$ )、腈菌唑(2.8~29.3  $\text{ng/L}$ )、氟硅唑(22.9  $\text{ng/L}$ )、苯醚甲环唑(5.67  $\text{ng/L}$ ) 5 种三唑类农药;丰水期检出多效唑(8.5~126.1  $\text{ng/L}$ )、丙环唑(16.7~123.2  $\text{ng/L}$ )、腈菌唑(7.1~160.2  $\text{ng/L}$ )、氟硅唑(4.2~29.9  $\text{ng/L}$ )、苯醚甲环唑(3.9~6.1  $\text{ng/L}$ ) 和三唑酮(47.7~173.3  $\text{ng/L}$ ) 6 种三唑类农药。其中,多效唑、丙环唑、腈菌唑无论在枯水期还是丰水期的检出浓度和范围都较大,是该区域主要的三唑类农药污染物。

### (3) 自然条件下天然水中 9 种目标农药的非生物降解研究

于 2007 年 12 月~2008 年 2 月,在实验室外的自然温度和光照条件下,分别

以超纯水、河水和海水为基底,进行了 9 种目标农药的非生物降解实验。结果显示:超纯水、河水、海水中目标农药的水解和光解半衰期分别为 239.0~630.0 d、68.6~87.7 d、117.5~210.0 d(水解)和 8.8~26.3 d、10.6~41.5 d、15.6~577.5 d(光解);9 种目标农药在不同水体中的水解和光解均符合一级反应动力学方程;pH 是影响目标农药水解半衰期的主要因素;9 种目标农药可同时发生直接光解和间接光解,烯效唑和三唑酮明显是以直接光解为主;相对于河水,海水中颗粒物的存在可以加快目标农药的降解,无机离子则大大降低了目标农药的降解速率。

多效唑、丙环唑和腈菌唑在天然水体中的降解缓慢和持续输入是其在九龙江河口区域检出浓度和频率较高的主要原因,值得关注和进一步研究。

关键词:水环境;三唑类农药;固相萃取;气相色谱质谱联用;非生物降解;九龙江口

## ABSTRACT

Largely used triazole pesticides would do harm on aquatic organisms and then affect aquatic ecosystem after entering aquatic environments through deposition, surface runoff and so on. In this dissertation, an accurate, sensitive method for the simultaneous determination of 9 triazole pesticides (triadimefon, paclobutrazol, hexaconazole, uniconazole, myclobutanil, flusilazol, propiconazol, tebuconazole, difenoconazole) in natural water samples has been developed using solid phase extraction (SPE) for extraction and cleanup and gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) for detection. The method was successfully applied to survey triazole residual status in Jiulong River Estuary, Fujian, China and then further study on abiotic degradation of target pesticides in natural water under natural conditions was carried out. Research results could provide analytical techniques and scientific data for risk assessment of triazoles in aquatic environments. The detailed contents and results are as the followings:

(1) Development of simultaneous determination method for 9 target pesticides in natural water using SPE-GC-MS

Accurate and sensitive instrumental analysis method for 9 target pesticides was established using GC-MS for qualification and quantitation. Under the optimized conditions, the instrumental detection limits of 3.3~6.3  $\mu\text{g/L}$  and linearity ranges between 25~500  $\mu\text{g/L}$  for the target pesticides were achieved.

C18 cartridge was selected to enrich target pesticides from water samples. Effects of breakthrough volume, elution solvent, eluent volume, pH and salinity were investigated. Using simeconazole as internal standard and cyproconazole as surrogate, the recoveries and relative standard deviations (RSD,  $n=3$ ) of 9 target pesticides spiked in river water and seawater at 0.025  $\mu\text{g/L}$  and 0.100  $\mu\text{g/L}$  were 68.4%~113.9%, 1.6%~6.9% and 70.3%~115.2%, 0.8%~8.2%, respectively. Method detection limits were between 0.002~0.009  $\mu\text{g/L}$ .

(2) Residual status of 9 target pesticides in surface water of Jiulong River Estuary

The residual status of 9 target pesticides in surface water of Jiulong River Estuary was surveyed using the above determination method at Dec. 2007 (dry season) and May 2008 (raing season). Results showed that in 16 sampling stations paclobutrazol (29.3~52.1 ng/L), propiconazol (22.5~47.9 ng/L), myclobutanil (2.8~29.3 ng/L), flusilazol (22.9 ng/L), difenoconazole (5.67 ng/L) were detected at dry season. Paclobutrazol (8.5~126.1 ng/L), propiconazol (16.7~123.2 ng/L), myclobutanil (7.1~160.2 ng/L), flusilazol (4.2~29.9 ng/L), difenoconazole (3.9~6.1 ng/L), triadimefon (47.7~173.3 ng/L) were detected in raing season. Paclobutrazol, propiconazol, myclobutanil were main triazole pollutants in this area.

(3) Abiotic degradation of 9 target pesticides in natural water under natural conditions

Abiotic degradation experiment of 9 target pesticides was carried out in ultra-pure water, river water and sea water under outdoor temperature and illumination conditions during Dec. 2007 to Feb. 2008.

Result showed that hydrolysis and photolysis processes of 9 target pesticides in different water matrix accorded with first-order kinetics equation. Half-lives of hydrolysis and photolysis in ultra-pure water, river water and seawater were 239.0~630.0 d, 68.6~87.7 d, 117.5~210.0 d and 8.8~26.3 d, 10.6~41.5 d, 15.6~577.5 d, respectively. pH mainly affected hydrolysis rates. Both direct and indirect photolysis simultaneously happened for 9 target pesticides, but direct photolysis was dominant for triadimefon and uniconazole. Particulate and/or dissolved organic matter (DOM) in seawater had stronger promotion effect on degradation rate than in river water, whereas inorganic ions greatly slowed degradation rates.

The reasons of frequent detection and relatively high detected concentrations of paclobutrazol, propiconazol and myclobutanil in surface water of Jiulong River Estuary were due to their long abiotic degradation half-lives and continuously land input. Those three triazoles should be paid much more attention to and deserved further study.

Key word: aquatic environment; triazole pesticides; solid phase extraction; gas chromatography-mass spectrometry; degradation; Jiulong River Estuary

厦门大学博士论文摘要库

## 第1章 绪论

农药在防治农作物病、虫、草害，提高单位产量上起了很大作用。据联合国粮农组织（Food and Agriculture Organization, FAO）2005年的统计，农药的使用可挽回的粮食约占总产量的20%。随着人口的增长和耕地的减少，在今后相当长的时间内，农药在提高单位面积产量中的作用仍不可替代。我国农药折纯后的年使用量已达几十万 t，其中约80%的农药施用后直接或间接进入环境<sup>[1]</sup>，经物质循环后汇集到水体，引起水环境污染、水生生态系统破坏、食品安全等一系列问题。化学农药的不可替代性与环境污染、食品安全的矛盾，使农药在水环境中的存在、分布、迁移转化以及对水生生态系统的毒性效应等研究倍受关注。

### 1.1 水环境中的农药污染及其效应

#### 1.1.1 水环境中的农药污染

农药对水环境的污染主要通过以下几种途径：（1）农药施用区域的地表径流是农药进入水环境的主要途径；（2）进入大气中的农药通过尘降进入水体；（3）水产养殖中直接向水体施药；（4）农药生产、加工企业废水的排放。水体被农药污染的程度、范围首先与农药的物理化学性质密切相关：农药在水中的溶解度越大，土壤的吸附系数（ $k_d$ ）越小，越易随水迁移，渗入地下水或流入湖泊、河流、海洋。其次接纳水体不同农药的污染程度也不同：受农药污染最严重的是农田水，浓度可高达到数十 mg/L，但污染范围小；河水受污染的程度次之，浓度通常在 ng/L~μg/L 之间，污染范围较大；土壤的吸附等作用使得地下水的污染程度较轻，一般低于 ng/L 数量级，但是作为相对封闭的系统，地下水一旦被污染难于恢复；海水极强的稀释作用使其污染最轻，但污染范围广。

进入水环境中的农药不仅浓度低，而且往往多种类同时存在。美国华盛顿州1997年对郊区小溪、大河支流水中157种农药残留进行监测，检测到15种除草剂、5种杀虫剂和1种杀菌剂<sup>[2]</sup>；西班牙1991~2000年间多次对 Ebro、Llobregat、Guarena、Almar 等河和 Segre 河盆地中的常用除草剂进行监测，检出异丙甲草胺、甲草胺、阿特拉津、西玛津等多种农药，其中异丙甲草胺最高浓度达 3000 ng/L<sup>[3]</sup>；在意大利 Arno 河的监测中，异丙甲草胺浓度达 160~3680 ng/L，特丁津为

200~2270 ng/L, 同时还检出了其他三嗪、苯胺和酰胺类农药<sup>[4]</sup>; 希腊对其国内多条河流中的农药污染状况进行调查显示, Axios 河水中农药污染最为严重, 检出了较高浓度的多种农药, 并且检出浓度较高, 如有机氯类农药的硫丹 (1741 ng/L)、4,4'-DDT (1000 ng/L), 有机磷类农药的马拉硫磷 (2000 ng/L), 酰胺类农药的甲草胺 (8500 ng/L)、异丙甲草胺 (1000 ng/L), 三嗪类的阿特拉津 (3300 ng/L)、扑草净 (3100 ng/L), 氨基甲酸酯类的呋喃丹 (7300 ng/L) 等<sup>[5]</sup>; 瑞士 BUWAL (Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape) 报告称在瑞士农业区超过一半的地下水样中发现了农药残留, 2002 年的地下水农药监测中发现 10% 的监测站位中农药超过地下水水质标准, 最高浓度达 1870 ng/L<sup>[6]</sup>。

我国是农药生产使用的大国, 上海、浙江、福建、广东、湖南、江苏、山东等地的用药水平高达 4.03~10.80 kg/hm<sup>2</sup><sup>[7]</sup>, 远远高于全国和世界平均水平。农药的长期大量使用, 严重威胁着我国的水环境安全, 引起了我国政府和科学工作者的重视。Zhang 等<sup>[8]</sup>1999 年在福建闽江口河水中检出了 18 种有机氯农药, 其中七氯的最高浓度达 405 ng/L; 杨清书等<sup>[9]</sup>2001 年在珠江干流河口检出了 21 种有机氯农药, 检出农药的总量为 42~123 ng/L; Xue 等<sup>[10]</sup>2003 年和 2004 年对北京官厅水库 31 种农药进行调查, 结果所有监测农药均被检出, 包括 22 种有机氯农药、3 种菊酯类农药、3 种酰胺类农药、1 种有机磷农药、1 种二硝基苯胺类农药和 1 种二苯醚类农药, 检出农药的总量最高达 890 ng/L; 黄群腾<sup>[11]</sup>2007 年对福建九龙江口表层水中的 36 种农药进行了监测, 除 3 种有机氯农药和 8 种有机磷农药外, 还检出 3 种酰胺类农药、7 种拟除虫菊酯类农药、2 种苯胺类农药和 3 种唑类/杂环类农药, 其中单一农药最高浓度为 107.5 ng/L, 检出总量高达 586.9 ng/L。

综上所述可知: (1) 水环境中农药的复合污染程度已相当严重; (2) 虽然有机氯、有机磷农药仍是水环境农药污染研究的主要对象, 但是一些菊酯、酰胺、苯胺、唑类等“新型”农药逐渐受到关注。

### 1.1.2 水环境中农药的污染效应

经过各种途径进入水环境中的农药, 破坏了水环境, 影响了水生生态系统的结构和功能、水生生物的多样性, 危及食品安全和饮用水安全。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库